

**DELL'INFLUENZA
DEL SUONO
SULLA
ELETTRICITÀ
ATMOSFERICA...**

Leone Chiostri



506 K-2

26

DELL'INFLUENZA DEL SUONO

Sulla

ELETTRICITÀ ATMOSFERICA

MEMORIA

DEL DOTT. LEONE CHIOSTRI

PROFESSORE DI MATEMATICA

nelle Scuole Tecniche di Pavia



LUCCA

TIPOGRAFIA DI B. CANOVETTI

1868

DELL' INFLUENZA DEL SUONO SULLA ELETTRICITÀ ATMOSFERICA

MEMORIA

DEL DOTT. LEONE CHIOSTRI

PROFESSORE DI MATEMATICA

nelle Scuole Tecniche di Pisa

L. I.

Il suono in generale è l'effetto delle vibrazioni dei corpi elastici. Esse si trasmettono e quindi si propagano nell'aria in tutte le direzioni, od in forma sferica, mediante compressioni aeree e dilatazioni a quelle successive, chiamate onde sonore. La rapidità colla quale si producono varia da 14 a 48,000 e più per minuto secondo. Un corpo elastico adunque che vibra nell'aria in modo da produrre un suono, noi, dietro ciò che abbiamo detto, possiamo considerarlo come un apparecchio di condensazione e rarefazione aerea di somma attività. La velocità colla quale si propagano queste onde sonore è stata determinata, per l'aria nelle ordinarie condizioni di metri 340 al minuto secondo. Dal modo di trasmettersi del suono deriva la legge, che la sua intensità è in ragione inversa del quadrato della distanza dal punto da cui emana; motivo per cui esso s'indebolisce rapidamente col semplice crescere di questa ultima. V'ha però un apparecchio di forma particolare per effetto del quale il suono si può propagare in forma presso a poco cilindrica, mantenendo con ciò la sua intensità primitiva anco a grandi distanze. L'apparecchio in questione è il così detto portavoce; consiste (tav. 1. fig. 1.) in un tubo metallico leggermente conico allargato ad una delle sue estremità, detta padiglione. Ora se all'altra estremità s'introduce un corpo di qualunque natura, purchè capace di produrre suono potentissimo, come per es. una campana di tam-tam, fissata pel centro ad un manico dello stesso metallo impiantato solidamente nella parte superiore e centrale di una cassa di rimbombo, che chiuda la detta estremità, e se si fa agire in un modo qualunque l'apparecchio sonoro, il suono pro-

dotto uscirà dall'altra estremità in forma quasi cilindrica, mantenendo pure quasi costante la sua intensità originaria (1).

Per dare una immagine sensibile della modificazione prodotta nell'aria dalle vibrazioni sonore di un corpo elastico entro l'apparecchio che sopra, supporremo il medesimo in funzione e diretto dal basso all'alto. Sappiamo che la densità dell'aria, a partire dalla superficie terrestre verso le alte regioni dell'atmosfera, va decrescendo e che questa diminuzione di densità procede insensibilissimamente da strato a strato, senza interruzione alcuna di strati più o meno densi; eccettuato il caso però nel quale alcune cause accessorie non alterino in qualche parte lo stato d'equilibrio atmosferico. Se ora noi, fatto agire l'apparato sonoro, supponiamo che le modificazioni indotte nell'aria si arrestino, facendo passare per l'asse della colonna d'aria modificata ed immobile un piano, rappresentando su questo con dei tratti più o meno oscuri le parti più o meno condensate delle onde sonore, si verrebbe ad avere la immagine del fenomeno rappresentata dalla (fig. 2.); dove in A, A, A ec. si nota la insensibile diminuzione di densità dell'atmosfera dal basso all'alto e nella porzione x y le modificazioni di densità indotte nell'aria dalle vibrazioni sonore del corpo elastico entro l'apparecchio; consistenti in strati alternativi d'aria più e meno densi di quelli dell'atmosfera in mezzo alla quale sono originati. Ogni onda condensata e rarefatta si compone di un massimo di condensazione e rarefazione, che si trova nella parte mediana di ognuna di esse; e dal massimo di condensazione si passa al massimo di rarefazione con determinata legge e viceversa. Evidentemente il grado e l'ampiezza di massima condensazione e massima rarefazione dei detti strati, od onde sonore, dipende, a parità di circostanze, dalla intensità del suono prodotto entro l'apparecchio (fig. 1.). Ma quale sarà la quantità di condensazione e rarefazione di ciascuna onda sonora per un dato suono, prodotto da una determinata forza?

Onde fissare i termini della quistione supponiamo il solito apparato sonoro (fig. 1.) messo in azione da uno o più getti d'aria compressa, o di vapor d'acqua a molte atmosfere e con forza tale, che il lavoro meccanico somministrato dalla campana alla colonna d'aria per minuto secondo sia di chilogrammetri λ , converta cioè in suono per ogni secondo λ kgm.; sia s la sezione normale all'asse della colonna, σ la base del cilindro d'aria modificata dal suono: ciò posto si tratta di determinare la quantità di condensazione e rarefazione d'aria di ciascuna onda

(1) Si potrebbero adottare anche i tubi sonori di Tyndall.

sonora prodotta dal corpo in vibrazione per il dato lavoro meccanico, od in altre parole il volume d'aria alla pressione ordinaria in più per ogni onda condensata, ed il volume d'aria in meno, o di vuoto, per ogni onda rarefatta.

La quistione presente si può convertire in quest'altra « dato un cilindro pieno d'aria, chiuso, ed a pareti fisse, di base interna metri quadrati s , quanta sarà la compressione e la rarefazione indotta in esso, in un secondo, per il lavoro meccanico $\text{kgm. } \lambda \text{ » ?$. È chiaro che detto lavoro meccanico impiegandosi in compressione e rarefazione sonora, per un secondo di tempo, arriverà a modificare l'aria del cilindro per la lunghezza di metri 340 (spazio necessario per la trasmissione in un secondo delle modificazioni sonore). Supponiamo ora che un piano mobile e resistente, senza attrito, si trovi alla metà del cilindro che sopra, lungo però 680 metri e che in un secondo compia due vibrazioni eguali; cioè un'andata ed un ritorno, senza che però le modificazioni indotte (compressione e dilatazione) tornino a reagire sulle facce del piano mobile, ma si propaghino colla nota velocità del suono. È evidente che il tempo necessario per la corsa di andata del piano mobile sarà un mezzo secondo, e che in questo mezzo secondo dovrà impiegare la metà del lavoro meccanico. Ora in detto tempo modificherà l'aria dall'una parte in compressione per lo spazio di metri 170, mentre dall'altra modificherà l'aria in dilatazione per il medesimo spazio. Il piano mobile dovrà dunque vincere due resistenze durante la corsa, dalla parte verso la quale procede per la compressione, dall'altra per la dilatazione; resistenze eguali ed agenti nella medesima direzione fra loro ed opposta alla corsa del piano mobile. È evidente altresì che nell'altra metà di secondo operandosi un effetto eguale a quello nella prima, nello spazio di un secondo si modificheranno dall'una parte e dall'altra del piano mobile due colonne d'aria, lunga ognuna metri 340; cioè in ciascuna di esse si verranno a produrre due onde, una condensata, l'altra rarefatta; dunque vi occorrerà un lavoro meccanico 2λ ; cioè doppio di quello necessario per la modificazione di una sola colonna.

Ora colla legge di Mariotte facile sarebbe calcolare la lunghezza della corsa di andata, o di ritorno entro il detto cilindro per il dato lavoro meccanico; ma vi si aggiunge una nuova condizione che modifica in questo caso la legge: v'ha il calorico d'elasticità in più per la compressione ed in meno per la dilatazione, che agisce come resistenza da aggiungersi ed all'una parte ed all'altra del piano. Sarà però facile dimostrare che qualunque sia questo calorico d'elasticità in più ed in

meno, esso agisce, resistendo, per un lavoro meccanico precisamente eguale a quello impiegato per la compressione secondo la semplice legge di Mariotte; cioè che indicando con α il calorico d'elasticità sviluppato dalla rapida compressione (come effettivamente è quella sonora), che per conseguenza non ha tempo di disperdersi e che reagisce quindi verso il piano mobile durante la corsa, questa quantità di calorico in reazione ci sta a rappresentare una forza, oppure una resistenza contro il piano, capace del lavoro meccanico eguale a quello impiegato per la medesima compressione, ma però lenta; in modo cioè che il calorico d'elasticità non reagisca, calcolato quindi colla semplicissima legge di Mariotte. Infatti sia dato un volume V d'aria alla temperatura t e questo si comprima lentissimamente in modo da ridurlo al volume V' lasciando disperdere tutto il calorico d'elasticità sviluppato α ; sia λ' il lavoro meccanico occorso, e dietro il processo tenuto calcolato colla legge di Mariotte, è chiaro che quel volume d'aria V' non potrà modificarsi, o ritornare al volume primitivo V e colla stessa temperatura t senza ripigliare una quantità di calorico precisamente eguale a quella perduta α : che se noi vediamo che il volume V' di per sé raggiunge quasi il volume primitivo V , ciò avviene perchè toglie calorico ai corpi in contatto, lo toglie a sé stesso; cioè trasforma una porzione t del suo calorico di temperatura t in calorico di elasticità α , riducendosi alla temperatura $t - t'$: che ove a spese del suo calorico termometrico t ritornasse al volume V , si verificherebbe l'eguaglianza $t' = \alpha$; in tutti i casi cioè si verificherà sempre che per ritornare al suo volume primitivo V e colla stessa temperatura t sarà necessaria la quantità α di calorico d'elasticità sviluppato nella compressione. Dunque quella quantità di calorico di elasticità è capace di riportare il volume d'aria V' al volume V , è dunque una reazione eguale all'azione λ' ; cioè esprime un lavoro meccanico eguale a quello occorso per la compressione, giusta la legge di Mariotte. Adunque nella compressione rapida dell'aria, a differenza della compressione lenta, si ha da vincere due resistenze eguali, la prima per la legge di Mariotte, la seconda per il calorico d'elasticità in reazione, che abbiamo dimostrato, essere eguale dinamicamente, alla prima. Analogo ragionamento potrebbe farsi pel caso della rarefazione, ovvero del calorico d'elasticità in meno. Dovendo ora tener conto di detto calorico di reazione in più e in meno, gli assegneremo la metà di tutto il lavoro meccanico disponibile, riducendolo da 2λ a λ ; in questo modo la questione sarà resa indipendente da detto calorico di reazione e solo dipendente dalla legge di Mariotte.

Prima di calcolare la compressione e la dilatazione ec. ec. giusta la legge di Mariotte osserveremo che la corsa di andata essendo eguale a quella di ritorno, potremo calcolare la prima colla metà dei kgm; cioè con $\frac{\lambda}{2}$: ma in detta corsa il piano mobile incontra due resistenze eguali, una per la compressione, l'altra per la dilatazione; noi terremo conto soltanto della resistenza di compressione assegnandole però la metà dei kgm. riducendoli quindi a $\frac{\lambda}{4}$.

Ora ridotta a questi semplici termini la quistione, indicando con z la corsa di andata per la compressione avremo

Metri 170 + z : metri 170 :: press= x : press= p

$$x = \frac{170p + pz}{170};$$

formula la quale indica in atmosfere la pressione estrema alla fine della corsa z sopportata da ogni centimetro quadrato del piano mobile: togliendo ora da questa la pressione atmosferica p che agisce esternamente, e dividendo tutto per due, si avrà la pressione media per ogni centimetro quadrato per l'effetto della compressione, o riduzione di volume, ovvero corsa del piano; avremo quindi

$$p' = \frac{170p + pz}{340} - \frac{p}{2} = \frac{pz}{340}$$

Per avere in kg. la pressione media sopra la superficie s del piano mobile non dovremo far altro che moltiplicare $\frac{pz}{340}$ per 10330. s e si avrà

$$P = \frac{10330szp}{340}; \text{ finalmente moltiplicando i detti kg. di pressione media di tutto il piano mobile per la corsa } z \text{ avremo che il lavoro meccanico impiegato dal piano mobile per detta corsa è di kgm. } \frac{10330spz^2}{340}.$$

Ma il lavoro meccanico da impiegarsi dal piano mobile per detta corsa è kgm. $\frac{\lambda}{4}$, si stabilirà quindi l'equazione

$$\frac{\lambda}{4} = \frac{10330spz^2}{340}$$

$$z = \pm \sqrt{\frac{340}{41320sp}} = \pm \sqrt{\frac{17}{2066sp}}.$$

Da questa formula, che esprime la condensazione e la rarefazione totale dell'aria pel suono che si propaga in forma cilindrica, sostituendo

ad s l'espressione $4\pi R^3$, o meglio $4\pi D^3$, si ricaverà la formula generale di condensazione e rarefazione sonora in onde sferiche ad una distanza qualunque effettuate da un corpo elastico che impiega in vibrazioni sonore un lavoro meccanico $\text{kgm. } \lambda$; cioè $\varepsilon' = \pm \sqrt{\frac{17\lambda}{8264\pi D^3 p}}$

Ora se l'apparato sonoro, anzichè produrre due onde al minuto secondo, come noi abbiamo supposto per maggiore semplicità, ne producesse un numero n , per trovare la quantità assoluta di pieno e di vuoto in ciascuna delle n onde non si dovrà fare altro che dividere i valori

di ε ed ε' per $\frac{n}{2}$ per cui chiamando γ la condensazione, δ la dilatazione di una di esse nel caso della propagazione cilindrica si avrebbe (1)

$$\gamma = \sqrt{\frac{34\lambda}{1033 s p n^2}} \text{ e } \delta = -\sqrt{\frac{34}{1033 s p n^2}}; \text{ e pel caso della propaga-}$$

$$\text{zione sferica (2) } \gamma' = +\sqrt{\frac{17\lambda}{2066 \pi p D^3 n^2}} \text{ e } \delta' = -\sqrt{\frac{17\lambda}{2066 \pi p D^3 n^2}}$$

Applichiamo al caso nostro le formule (1). Facendo $\lambda = \text{kgm. } 800$; $s = mq + 1$; $n = 200$; e $p = 1$, si avrebbe che la quantità di pieno od in più d'aria in ognuna delle 100 onde condensate e la quantità in meno, o di vuoto, nelle altre 100 rarefatte sarebbe di M. C. 0,0256569: ma essendo 200 le onde sonore, ciascuna di esse è lunga metri 1, 70, per cui in ogni onda sonora condensata, avente di base mq. 1 di altezza metri 1, 70, il volume d'aria in più vi esisterebbe per uno strato avente la medesima base e di altezza metri 0,0256569, nella rarefatta invece vi sarebbe per il medesimo volume una rarefazione per un vuoto avente la medesima base e la medesima altezza del pieno.

Ciò posto se quei volumi di pieno e di vuoto dovessero distribuirsi uniformemente nelle onde condensate e rarefatte, indicando con d la densità dell'aria nella quale sono originate, quella delle condensate sarebbe 1,0150923 mentre quella delle rarefatte sarebbe 0,9849077; cioè la differenza delle densità su quella dell'aria sarebbe piccolissima: però la distribuzione del pieno e del vuoto nelle onde sonore non è uniforme, ma procede invece colla medesima legge delle velocità che acquista il corpo sonoro nei differenti punti della corsa, legge analoga a quella della oscillazione dei pendoli. Ora in essi la velocità da zero aumenta quasi proporzionalmente ai tempi impiegati in principio, riducendosi a divenire quasi uniforme verso il mezzo della corsa, da dove procede con legge inversa per ritornare a zero. Dalla estremità adunque dell'onda dilatata, ove la densità esiste eguale a quella dell'aria in mezzo

alla quale è prodotta, corrispondente nella vibrazione del corpo sonoro al punto di riposo, la densità decresce gradatamente per divenire quasi uniforme verso il mezzo, da dove torna a crescere fino alla densità dell'aria circostante. Adunque in mezzo ad ogni onda rarefatta esisterà uno strato di un certo spessore, nel quale la densità è piccola. Con legge consimile s'intende essere regolata l'onda compressa.

§. II.

Stabilite ora in questo modo le densità relative delle onde sonore condensate e rarefatte e la distribuzione nei differenti punti di esse, vediamo quale azione potrà avere la colonna d'aria modificata dal suono sull'elettricità atmosferica.

Per determinare quest'azione è necessario ricordare alcuni fatti a ciò relativi bene stabiliti dalle osservazioni e dalle esperienze.

Il nostro globo viene considerato, e con ragione, come una immensa bottiglia di Leyda, ove la superficie terrestre costituirebbe l'armatura interna, le alte regioni dell'atmosfera, costituite da strati d'aria estremamente rarefatti l'armatura esterna, gli strati intermedi e specialmente i prossimi alla superficie terrestre, il coibente. Onde spiegare come le alte regioni dell'atmosfera possano funzionare da armatura esterna conduttrice, ricorderemo il seguente principio stabilito sperimentalmente da Harris « La distanza esplosiva dell'elettricità è inversamente proporzionale alla densità dell'aria ». Cioè mentre nell'aria nelle ordinarie condizioni di pressione ec. ec. la elettricità si muove, o si trasmette difficilmente per la resistenza opposta dall'aria stessa al passaggio della elettricità, col diminuire della densità dell'aria diminuisce proporzionalmente la resistenza, od in altre parole aumenta la trasmissibilità, ovvero la conducibilità per l'elettrico, si trasforma col decrescere della densità da corpo coibente in corpo conduttore. Ora dunque se per qualsivoglia causa si venga ad elettrizzare la superficie della terra, è chiaro che gli strati superiori dell'atmosfera per l'intermezzo degli strati d'aria prossimi alla superficie terrestre si dovranno caricare per influenza di una elettricità contraria a quella della superficie terrestre: vi sarà quindi una tensione continua fra la elettricità della superficie terrestre e quella degli alti strati atmosferici, con penetrazione di carica elettrica dalla parte superiore verso la inferiore, il cui effetto sarà il ravvicinamento delle due armature suddette. Di più se alle armature si venisse a frapporre uno o più strati di nubi, che noi sappiamo essere corpi a parti

conduttrici, è evidente che la influenza reciproca sarebbe ancor più aumentata e le facce degli strati delle nubi rivolte verso terra si caricherebbero di una elettricità opposta a quella terrestre.

Vediamo ora che cosa avverrà del coibente interposto.

È chiaro che esso, per la sua non assoluta coibenza, specialmente nelle parti alquanto elevate, si troverà caricato per dir così corporalmente; di maniera che appena s'introdurrà nel suo interno un corpo conduttore, per es. una verga metallica, immediatamente la estremità rivolta verso la terra acquisterà una elettricità contraria a questa, eguale a quella degli strati elevati dell'atmosfera.

Ora, mentre che la tensione elettrica fra le due armature (superficie terrestre ed alte regioni atmosferiche, o nubi) è fortissima, come per es. nel caso dei così detti temporali, se noi facciamo agire l'apparato sonoro (fig. 3.) e con la forza di cui abbiamo tenuto parola (kgm. 800) munito superiormente di un parafulmine a molte punte e seguitiamo la ipotesi che, appena costituita la colonna sonora si arresti, è evidente che dessa eserciterà una forte azione sopra alla elettricità atmosferica; cioè gli strati d'aria condensati e rarefatti funzioneranno nel loro insieme come un condensatore composto: gli strati d'aria rarefatti e specialmente nel loro massimo di rarefazione funzioneranno come discreti conduttori, gli altri condensati come coibenti, e lungo la colonna sonora si aumenterà fortemente la influenza reciproca fra terra e nubi, od alte regioni dell'atmosfera, in una parola si polarizzerà fortemente questa colonna d'aria; e posto che la terra sia carica di elettricità negativa, le nubi di elettricità positiva, la parte di ogni onda dilatata rivolta verso terra si caricherà positivamente, l'altra negativamente, esercitandosi fra le onde dilatate e contigue influenze elettriche reciproche. Insomma tutti questi condensatori si caricheranno fra loro come diceva il nostro Beccaria per cariche conseguenti, e le tensioni massime esisteranno alle due estremità della colonna stessa; cioè in corrispondenza dei parafulmini e delle nubi od alte regioni atmosferiche. Aumentato il potere induttivo lungo detta colonna il parafulmine eserciterà maggiormente la sua azione, di più i coibenti di questo condensatore composto, costituiti dagli strati d'aria condensati essendo per loro natura deboli, è chiaro che non potranno resistere alle tensioni elettriche degli strati rarefatti, le quali pervenute ad un certo limite determineranno una scarica attraverso ai coibenti medesimi, la quale avrà per risultato definitivo la neutralizzazione dell'elettricità della superficie terrestre con quella delle nubi, o delle alte regioni atmosferiche. Il parafulmine all'estre-

mità dell'apparecchio sonoro, mentre avrebbe per oggetto di elettrizzare ogni onda rarefatta, coadiuverebbe la rottura degli strati condensati per l'accumulazione elettrica grandissima che si sveglierebbe sulle sue punte poste al principio e dentro la colonna d'aria modificata e resa con ciò di un potere induttivo energico.

Per rendere più esplicito il fatto stesso di cui abbiamo tenuto parola, supponiamo una macchina elettrica in azione, ed alla distanza di cinque o sei metri un conduttore comunicante col suolo, l'azione della elettricità della macchina sul conduttore a quella distanza è ben poca, o quasi nulla, e la macchina stessa dopo pochi giri del disco raggiunge il suo massimo di tensione: ma se però introduciamo fra la macchina e il conduttore un condensatore composto, ossia una pila di condensatori in modo che le armature estreme di esso si trovino una in comunicazione colla macchina elettrica, l'altra col conduttore si verificherà allora un'azione induttiva potente fra la macchina elettrica ed il conduttore; il condensatore composto si caricherà fortemente e la macchina elettrica stessa non raggiungerà più la tensione massima, se non dopo molti giri del disco; vale a dire se non dopo avere svolto una quantità di elettricità immensamente maggiore a quella nel primo caso. Ora se noi nell'esperienza designata, ammettiamo che i coibenti di detto condensatore non abbiano resistenza sufficiente alle attrazioni reciproche dei conduttori elettrizzati, una scarica totale avverrà nel seno stesso del condensatore composto.

Dietro la ipotesi da noi ammessa, che gli strati d'aria condensati e rarefatti originati dal suono siano immobili nello spazio, nella condizione di una forte influenza elettrica fra la superficie della terra e le nubi, o le alte regioni atmosferiche, si dovrebbe secondo le deduzioni fatte aver per risultato uno scaricamento della elettricità atmosferica grandissimo e per una vasta estensione; perchè questo parafulmine, o meglio questo scaricatore elettro-atmosferico esercita la sua azione fino a grandi altezze. Ma questi strati, od onde sonore, supposte immobili, si muovon realmente e colla velocità di 340 metri per minuto secondo, e di più il loro movimento avviene non per traslazione di materia, ma per trasmissione di forza: cioè ogni strato costituente l'atmosfera riceve e trasmette senza muoversi le modificazioni costituenti il suono. Dallo stato di densità, in cui per l'equilibrio atmosferico si trova, passa ad acquistare una densità maggiore per la forza compressiva trasmessagli dallo strato antecedente, e ciò fino ad un certo limite, dal quale decresce fino alla sua densità primitiva (onda condensata), e da detto

punto decresce ancora la sua densità fino al limite massimo dal quale ricomincia a crescere tornando alla densità ordinaria (onda rarefatta), e così di seguito, trasmettendo allo strato successivo le medesime modificazioni ricevute dallo strato antecedente. Ora questa trasmissione ascensionale delle modificazioni prodotte dal suono nell'aria, renderà più possibile il fenomeno della polarizzazione elettrica della colonna sonora? Noi sappiamo che il moto ascensionale di un conduttore nell'atmosfera non impedisce la elettrizzazione del conduttore stesso: che anzi per l'effetto di differenze elettriche nell'ascensione rapida dà segni energici di elettricità; così un elettroscopio munito di verga metallica inalzato rapidamente nell'aria manifesta con evidenza una carica elettrica acquistata per la sua ascensione; motivo per cui il moto ascensionale delle onde sonore non potrà impedire la polarizzazione elettrica totale della colonna sonora. La carica di elettricità per influenza da acquistarsi da ciascuno strato rarefatto, quantunque la trasmissione sia alquanto rapida, pure si potrà benissimo effettuare ancora nel movimento, o meglio nella trasmissione, poichè il coibente stesso (l'aria) che si modifica è corporeamente e fortemente elettrizzato, di modo che la velocità d'influenza elettrica per dir così è molto superiore a quella di trasmissione dell'onda rarefatta, la quale si troverà influenzata ad ogni infinitesimo di tempo, ossia ad ogni punto della trasmissione. Ma vi ha di più; una porzione almeno di elettricità dell'onda rarefatta si dovrà trasmettere nel nuovo strato in via di formazione, aumentandosi con la nuova d'influenza. L'accumulazione maggiore e la maggiore trasmissione della elettricità si verificheranno nella parte mediana di ciascuna onda rarefatta, poichè abbiamo detto che ivi esiste uno strato, sia pure di poco spessore, ma nel quale la densità dell'aria è assai piccola, quindi la mobilità o trasmissione elettrica maggiore che nel resto: e qualora la conducibilità di questo strato piccolissimo non raggiunga la velocità necessaria per la totale trasmissione della elettricità da uno strato rarefatto al successivo, velocità che dovrebbe essere quella stessa del suono (340 metri al secondo), se sarà a mo' d'es. una frazione di detta velocità, una porzione almeno si trasmetterà dall'uno strato all'altro: se non altro questo passaggio noi lo potremo concepire effettuarsi come una successione di scariche di strati d'aria, elettrizzati, rarefatti e contigui.

Da tutto l'esposto apparisce chiaro come, teoricamente parlando, la colonna d'aria modificata dal suono debba veramente considerarsi come una grande pila di condensatori in movimento trasmissivo ascensionale, costituita fra le due immense armature elettrizzate, superficie terrestre

e nubi, od alte regioni atmosferiche, capace quindi di polarizzarsi elettricamente, funzionando in ultimo come arco scaricatore. Ora trasportando la quistione dal campo teorico, ovvero delle deduzioni teoriche, nel campo dei fatti, o meglio delle realtà, si verificheranno le conseguenze dedotte teoricamente?

Ripigliando la quistione principale ed esaminandola dal punto di vista pratico noi osserviamo, che ognuno degli strati rarefatti, anco nel massimo di rarefazione è uno strato conduttore elettrico, ma però in minimo grado, in confronto anche ai non migliori conduttori; quindi l'azione individuale di ognuno di essi è piccolissima: però si ha ancora che questi strati, per quanto deboli conduttori, sono numerosissimi, estesi in superficie, molto ravvicinati, collegati elettricamente fra loro per l'influenza reciproca e sotto forti tensioni elettro-atmosferiche. La esperienza quindi da instituirsi nel modo, di cui abbiamo tenuto parola (pag. 10.), non ci deve mostrare altro che la sufficienza delle ultime condizioni alla compensazione della prima.

Due altri fatti che chiameremo dinamici, devono concorrere alla produzione del fenomeno in quistione. In tutte le sezioni normali all'asse della colonna d'aria modificata dal suono, si trasmettono, o passano per ogni minuto secondo 800 kgm. di lavoro meccanico, sotto forma di rarefazione e condensazione d'aria, ossia di strappamenti e precipitazioni rapide delle particelle aeree fra esse. Pervenuta la modificazione sonora alle nubi, il vapore vescicolare e le goccioline liquide dovranno subire le medesime modificazioni dell'aria; colla differenza però che nel precipitarsi quelle vescichette e goccioline acquee fra esse, si dovranno condensare e riunire, accrescendosi con ciò la tensione elettrica totale. Ma v'ha di più. Se noi esaminiamo i diversi strati orizzontali delle molecole atmosferiche, intersecati dalla colonna sonora verticale, noi troviamo che le molecole dei detti strati prossime alle onde rarefatte, per l'eccesso della pressione esterna atmosferica sopra l'interna della colonna sono spinte verso l'interno della colonna medesima, mentre le molecole degli strati atmosferici prossime alle onde condensate per l'eccesso della pressione interna sopra l'esterna dell'atmosfera sono invece spinte all'infuori; cosicchè le molecole atmosferiche circondanti la colonna sonora concepirebbero oscillazioni orizzontali dall'esterno all'interno della colonna e viceversa. Ma le onde sonore si propagano come abbiain detto colla velocità di 340 metri al minuto secondo, dunque al moto oscillatorio orizzontale delle molecole atmosferiche circondanti la colonna sonora si aggiungerà un terzo movimento verticale. La risul-

tante di queste tre componenti darebbe luogo ad un moto verticale serpeggiante; ma la resistenza delle molecole atmosferiche che si trovano a distanza dalla colonna si aggiunge come quarta componente e trasforma il moto verticale serpeggiante in un moto a vortice convesso verso l'interno della colonna. Adunque tutto all'intorno della colonna sonora si dovrà verificare una serie di vortici d'aria o rovesciamenti degli strati atmosferici inferiori sui superiori. Ora ciascuno di questi rovesciamenti porta la distruzione delle differenze elettriche che presistevano negli strati medesimi; dunque la integrazione di essi darà per risultato la distruzione di tutte le differenze elettriche esistenti fra i diversi strati atmosferici, ovvero la neutralizzazione delle due immense armature elettrizzate, superficie terrestre e nubi, od alte regioni atmosferiche.

A sostegno delle idee da noi esposte vogliamo citare un fatto intieramente pratico. A tutti è noto che il popolo suole scongiurare i temporali mediante il suono. Questa pratica modernamente viene riprovata come pericolosa, perchè le continue osservazioni hanno mostrato che il fulmine cade più frequentemente sui campanili ove si suona che su quelli ove non si suona. Nel 1718 Deslandes partecipava all'Accademia delle scienze di Parigi che nella notte fra il 14 e 15 aprile il fulmine era caduto in Bretagna su ventiquattro chiese; che queste chiese erano precisamente quelle, ove le campane suonavano, e che il fulmine avea risparmiato quelle, ove i bronzi tacevano.

Quando si pensa che il nostro apparato eserciterebbe sulle nubi temporalesche un'azione migliaia e migliaia di volte più grande di quella del semplice suono di una o due campane, siamo condotti a concludere che l'esperienza che noi ora proponiamo offre se non certezza assoluta, almeno grande probabilità, di riuscita.

Termineremo dicendo che le conseguenze di pratica utilità, le quali proverrebbero nel caso della conferma dell'esperienza alle nostre previsioni, sarebbero innumerevoli, generali e di un reale interesse umanitario (1).

(1) La elettricità concorre in quasi tutti i fenomeni atmosferici, e di alcuni di essi e anzi la causa principale, così del fenomeno della produzione della grandine, dei temporali ec. ec. ec motivo per cui neutralizzando la elettricità dell'atmosfera colla sua contraria del suolo, molti di quei fenomeni o non si produrrebbero, od almeno ne sarebbero diminuiti i malefici effetti.

Tl.

Fig I.

Fig III





